

РЕСУРСНАЯ ОЦЕНКА КОСТЕЙ СКЕЛЕТА КОРОВ ДО И ПОСЛЕ ДОЙКИ ПРИ НИЗКОМ УРОВНЕ АДАПТАЦИИ

¹Е. Ю. Клюквина, кандидат биологических наук

²А. А. Самотаев, доктор биологических наук, профессор

¹Оренбургский государственный аграрный университет

²Уральская государственная академия ветеринарной
медицины

E-mail: klukvina-lena@mail.ru

Ключевые слова: кости скелета, системный подход, суточный ритм, беременные лактирующие коровы

Реферат. Для раскрытия закономерностей ресурсных возможностей костей скелета у коров в период беременности и лактации проводили системную оценку с помощью следующих методик. Ультразвуковую остеометрию выполняли в области тела 5-го хвостового позвонка, середины ребра и пястной кости. Морфометрические измерения костей включали следующие параметры: длина, ширина, толщина, окружность тела позвонка; длина, толщина, ширина, окружность пясти. В сыворотке крови определяли содержание общего кальция, общего магния, неорганического фосфора и щелочной фосфатазы. Исследование осуществляли 12 раз в сутки с интервалом 2 ч на протяжении трех-шести суток в течение шести месяцев. Используя кластерный анализ, на основе полученных результатов животных разделили на три группы: с высоким, низким и средним уровнем адаптации. В данной статье анализируются коровы низкого уровня адаптации. Инструментом исследования явился разработанный алгоритм системного анализа. Выполнение алгоритма позволило получить идеализированную систему, где 11 морфометрических и биофизических показателей, отражающих состояние уровня скелета животных разного уровня адаптации, формируются в саморазвивающуюся иерархическую систему, содержащую до и после доения по три подсистемы в виде двухэтапной пирамиды. Выдвинута гипотеза, согласно которой эшелоны в пирамиде отражают круг ведущих проблем в скелете коров: костная ткань → кости → система костей. В рассматриваемой группе животных с низким уровнем адаптации в системе морфометрических и биофизических характеристик до доения обнаруживаются эшелоны: кости → система костей, а после доения: костная ткань → кости. Оказалось, что доение вызывает смещение в организации системы на более низкие структуры костей животных. При этом управляющей подсистемой вместо системы костей становятся кости. Сделан вывод, что ухудшение адаптационных возможностей организма коров вызывает потерю структурности в системе костей скелета коров, росту нагрузки на отдельные кости, а впоследствии их патологии.

В жизни молочных коров скелет и составляющие его кости играют особую роль. Он является не только опорным органом, но и самым значительным резервом минералов и важнейшим органом минерального обмена веществ.

Решение многочисленных и трудно поддающихся исправлению проблем скелета возможно на основе системного подхода, когда оценка состояния объекта осуществляется не по отдельным показателям, а на основе их систем, формируемых самим организмом (системы более высокого порядка), исходя из влияния окружающей среды с учетом его здоровья, пола, возраста, физиологического состояния и т. д. [1, 2].

В последние годы системные методы исследования широко используются в самых различных сферах научной и практической деятель-

ности. При этом особое значение в их создании имеют показатели организма. Для расширения возможности системного подхода и сравнения показателей различного характера необходимы новые подходы. К ним можно отнести использование суточных ритмов и алгоритма системного анализа, разработанного на основе структурных методов.

Временной аспект и в первую очередь, суточный ритм является ведущим в жизни животных, поскольку наиболее значительные изменения выражены в течение суток [3, 4]. Наиболее ранним проявлением влияния неблагоприятных факторов является изменение биологических ритмов, прежде всего суточных, их ультрадианных составляющих [5] в той или иной системе организма человека и животного.

Сочетание системного подхода к оценке показателей скелета и суточного ритма исследования позволит, на наш взгляд, установить новые закономерности функционирования костной системы молочных коров, а значит, более целенаправленно управлять и корректировать его состояние.

Из всех технологических периодов молочных коров период одновременной беременности и лактации (105–305-й дни после отела) является наиболее интересным. В это время деятельность скелета животных направлена на поддержание угасающей лактации на фоне усиления роли развивающегося плода [6].

Цель исследования – раскрыть закономерности ресурсных возможностей костей скелета у коров низкого уровня адаптации в период беременности и лактации до и после утренней дойки.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Эксперименты проводились в АОЗТ «Овощевод» г. Оренбурга на клинически здоровых коровах в течение первой половины беременности. Опытная группа животных включала 10 коров черно-пестрой породы с удоем не менее 8–10 кг в сутки. Ультразвуковую остеометрию выполняли в области тела 5-го хвостового позвонка, середины ребра и пястной кости по методике А. А. Смотаева [7]. Морфометрические измерения костей проведены по методике Г. Г. Автандилова

[8] и включали следующие параметры: длина, ширина, толщина, окружность тела позвонка; длина, толщина, ширина, окружность пясти. Определяли содержание общего кальция, общего магния, неорганического фосфора и щелочной фосфатазы в сыворотке крови. Исследование осуществляли 12 раз в сутки с интервалом 2 ч на протяжении 3–6 суток в течение 6 месяцев. Инструментом исследования явился разработанный алгоритм системного анализа [1].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Оценка морфометрических и биофизических характеристик пястной кости клинически здоровых беременных лактирующих коров до утреннего доения свидетельствует, что ее ширина составила $4,360 \pm 0,049$, толщина $5,990 \pm 0,064$, длина $19,500 \pm 0,396$, обхват $17,330 \pm 0,157$ см; параметры тела 5-го хвостового позвонка оказались следующими: ширина $4,17 \pm 0,085$, толщина $3,760 \pm 0,097$, длина $5,310 \pm 0,132$, обхват $14,110 \pm 0,272$ см; скорость ультразвука в пясти $2911,7 \pm 38,2$, в середине ребра $2559,2 \pm 57,3$, в теле 5-го позвонка $2131,8 \pm 20,8$ м/с (табл. 1).

После доения произошли незначительные изменения оцениваемых показателей, из них наиболее значимые присущи обхвату пясти, минимальные – ширине пясти и биофизическим показателям.

Таблица 1

Морфометрические и биофизические показатели костей скелета клинически здоровых беременных лактирующих коров до и после утреннего доения

№ п/п	Морфометрические (см) и биофизические (м/с) показатели костей	Доение		Z-критерий
		до	после	
1	Ширина пясти	$4,360 \pm 0,049$	$4,350 \pm 0,044$	0,04
2	Толщина пясти	$5,990 \pm 0,064$	$6,090 \pm 0,051$	-1,05
3	Длина пясти	$19,500 \pm 0,396$	$19,430 \pm 0,377$	-0,17
4	Обхват пясти	$17,330 \pm 0,157$	$17,590 \pm 0,168$	-1,07
5	Ширина позвонка	$4,170 \pm 0,085$	$4,160 \pm 0,079$	0,14
6	Толщина позвонка	$3,760 \pm 0,097$	$3,870 \pm 0,098$	-0,80
7	Длина позвонка	$5,310 \pm 0,132$	$5,140 \pm 0,136$	0,93
8	Обхват позвонка	$14,110 \pm 0,272$	$13,690 \pm 0,189$	1,01
9	Скорость звука в пясти	$2911,7 \pm 38,2$	$2948,8 \pm 24,0$	-0,57
10	Скорость звука в ребре	$2559,2 \pm 57,3$	$2568,4 \pm 50,8$	-0,10
11	Скорость звука в позвонке	$2131,8 \pm 20,8$	$2152,3 \pm 21,9$	-0,10

Описанные результаты свидетельствуют, с одной стороны, о незначительных изменениях изучаемых характеристик, причиной которых может быть усреднение результатов. Известно, что

в любой достаточно большой группе живых объектов можно выделить математически компактные группы, отличающиеся между собой. Данной цели служит кластерный анализ [9].

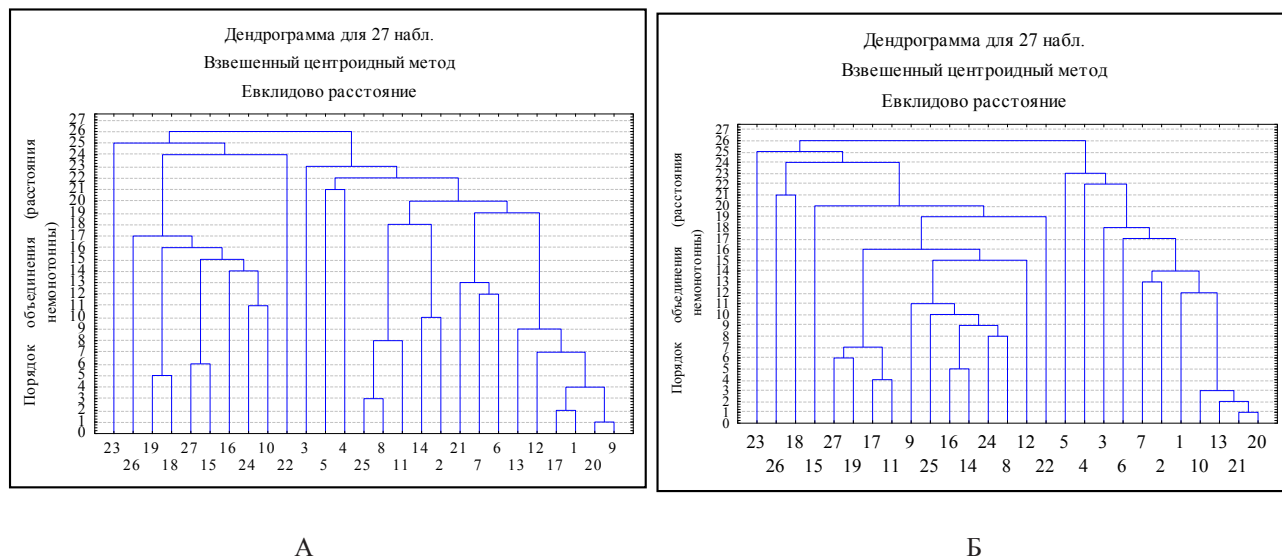


Рис. 1. Дендрограммы морфометрических и биофизических показателей костей скелета беременных лактирующих коров до (А) и после утренней дойки (Б)

В связи с этим на втором этапе морфометрические и биофизические показатели костей скелета коров до и после доения были подвергнуты кластеризации (рис. 1).

Выдвинем гипотезу, что высокий уровень адаптации до утренней дойки проявляют животные, расположенные в правом углу дендрограммы: 9, 20, 1, 17, 12, 13, 6, 7, 21; средний уровень – 2, 14, 11, 8, 25, 4, 5, 3, 22; низкий уровень – 10, 24, 16, 15, 27, 18, 19, 26, 23 (табл. 2).

Соответственно высокий уровень после утренней дойки проявили животные 20, 21, 13, 10, 1, 2, 7, 6, 3; 4, средний уровень – 5, 22, 12, 8, 24, 14, 16, 25; низкий уровень – 9, 11, 17, 19, 27, 15, 18, 26, 23.

Анализ результатов свидетельствует, что изменения достоверны для обхвата пясти и скорости звука в ребре только в группе с высоким уровнем адаптации. При этом первый показатель у животных после доения возрастает на 5,2% ($Z=2,09$, $P<0,05$), а скорость ультразвука в ребре – на 8,7% ($Z=3,58$, $P<0,01$).

Традиционный анализ через морфометрические и биофизические показатели при ухудшении адаптации животных не позволил установить больше каких-либо закономерностей, он только указал на присутствие стрессовой ситуации и разного ответа животных на нее.

По-видимому, это вызвано тем, что при изменении адаптации организма животных отдельные характеристики костей обладают малой изменчивостью, не улавливаемой общепринятым подходом.

Согласно современным взглядам, основной причиной недостатков, характерных для существующих теорий и практики оценки адаптации организма человека и животных, является недостаточное использование системного подхода [10], в связи с чем на следующем этапе морфометрические и биофизические показатели костей скелета у коров разного уровня адаптации были подвергнуты системному анализу с помощью разработанного алгоритма [1].

В данной статье приводятся результаты анализа системы «морфометрические и биофизические показатели костей скелета» в группе животных низкого уровня адаптации.

Выполнение алгоритма позволило получить идеализированную систему, где 11 морфометрических и биофизических показателей, отражающих состояние уровня скелета животных разного уровня адаптации, формируются в саморазвивающуюся иерархическую систему, содержащую до и после доения по три подсистемы в виде двух-эшелонной пирамиды, 50,0% теоретического уровня (рис. 2).

Иерархическую систему управления определяют как систему, имеющую многоуровневую структуру в функциональном, организационном или каком-либо ином плане. Вместе с тем при решении практических задач анализа саморазвивающихся систем достаточным оказывается выделение ограниченного числа ступеней иерархии. При этом системы низшего уровня являются подсистемами систем более высокого уровня, которые, в свою очередь, представляют подсистемы

Таблица 2

Морфометрические и биофизические показатели костей скелета беременных лактирующих коров разного уровня адаптации до и после утреннего доения

№ п/п	Морфометрические (см) и биофизические (м/с) показатели костей	Доение		Z-критерий
		до	после	
Высокий уровень адаптации				
1	Ширина пясти	4,280 ± 0,118	4,310 ± 0,089	-0,44
2	Толщина пясти	5,960 ± 0,095	6,140 ± 0,098	-1,19
3	Длина пясти	19,560 ± 0,835	19,000 ± 0,745	0,09
4	Обхват пясти	17,360 ± 0,325	18,260 ± 0,269	-2,09*
5	Ширина позвонка	4,050 ± 0,191	4,200 ± 0,185	-0,62
6	Толщина позвонка	3,870 ± 0,237	4,030 ± 0,204	-0,57
7	Длина позвонка	5,100 ± 0,226	4,690 ± 0,167	1,72
8	Обхват позвонка	14,460 ± 0,416	13,600 ± 0,406	1,52
9	Скорость звука в пясти	2957,0 ± 47,72	2976,8 ± 31,44	-0,80
10	Скорость звука в ребре	2548,3 ± 22,92	2770,9 ± 25,14	-3,58*
11	Скорость звука в позвонке	2156,6 ± 19,08	2178,0 ± 22,78	-1,07
Средний уровень адаптации				
1	Ширина пясти	4,460 ± 0,047	4,320 ± 0,083	1,63
2	Толщина пясти	5,830 ± 0,128	6,020 ± 0,093	-0,97
3	Длина пясти	19,610 ± 0,600	20,000 ± 0,408	-0,71
4	Обхват пясти	17,220 ± 0,290	17,110 ± 0,261	0,36
5	Ширина позвонка	4,170 ± 0,147	4,140 ± 0,104	-0,09
6	Толщина позвонка	3,600 ± 0,090	3,780 ± 0,173	-0,44
7	Длина позвонка	5,240 ± 0,207	5,230 ± 0,255	0,13
8	Обхват позвонка	13,330 ± 0,300	13,610 ± 0,341	-0,63
9	Скорость звука в пясти	2964,6 ± 79,60	2932,1 ± 48,78	1,02
10	Скорость звука в ребре	2851,7 ± 81,36	2574,8 ± 88,76	1,68
11	Скорость звука в позвонке	2155,0 ± 52,67	2162,2 ± 44,57	-0,04
Низкий уровень адаптации				
1	Ширина пясти	4,320 ± 0,068	4,410 ± 0,059	-1,02
2	Толщина пясти	6,180 ± 0,084	6,120 ± 0,076	0,53
3	Длина пясти	19,330 ± 0,682	19,280 ± 0,773	0,13
4	Обхват пясти	17,420 ± 0,218	17,400 ± 0,215	0,05
5	Ширина позвонка	4,300 ± 0,093	4,150 ± 0,123	1,15
6	Толщина позвонка	3,810 ± 0,149	3,810 ± 0,128	-0,04
7	Длина позвонка	5,580 ± 0,247	5,490 ± 0,215	0,57
8	Обхват позвонка	14,530 ± 0,588	13,830 ± 0,250	0,72
9	Скорость звука в пясти	2813,4 ± 61,46	2937,6 ± 46,05	-1,77
10	Скорость звука в ребре	2277,7 ± 65,48	2359,4 ± 77,70	-0,93
11	Скорость звука в позвонке	2083,9 ± 25,80	2116,7 ± 43,59	-1,41

систем еще более высокого уровня и т.д., вплоть до так называемой суперсистемы, находящейся на верхней ступени иерархической структуры.

Пирамидальная система, как известно, наиболее устойчивая конструкция. Ее труднее всего разрушить.

По горизонтали пирамиды представлены подсистемы, а по вертикали – их эшелоны. В подсистемах эшелонов номерами обозначены наиболее важные показатели: в левом верхнем углу – элементы активизации, величины которых необходимо изменять, чтобы запустить подсистему; в правом нижнем углу – итог деятельности под-

системы. При этом, чем выше уровень подсистем в пирамиде, тем выше их значимость и важность образующих их элементов в деятельности анализируемого объекта, а стрелки показывают направление перемещения ресурсов в вышестоящие эшелоны (↑) и управления подсистемами нижестоящих уровней (↓) [11].

При объяснении полученных результатов выдвинута гипотеза, согласно которой эшелоны в пирамиде отражают круг ведущих проблем в скелете коров: *костная ткань* → *кости* → *система костей*.

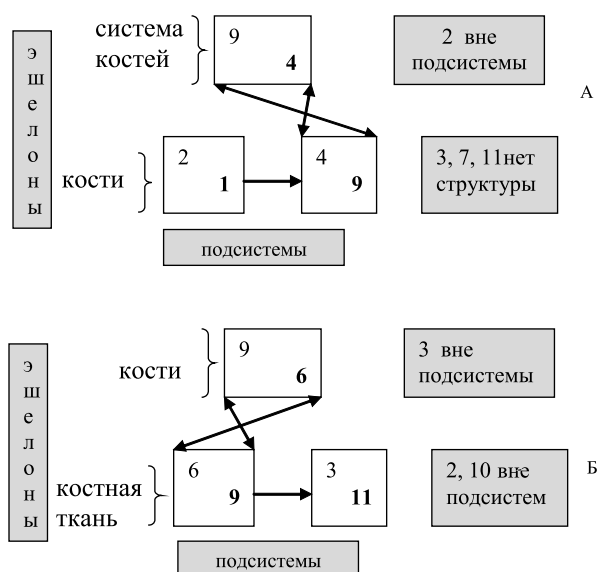


Рис. 2. Синергетические взаимоотношения подсистем и эшелонов системы костей скелета коров низкого уровня адаптации до и после утреннего доения: А – до, Б – после

В рассматриваемой группе животных низкого уровня адаптации в системе морфометрических и биофизических характеристик до доения обнаруживаются эшелоны: *кости* → *система костей*, а после доения: *костная ткань* → *кости*.

Поскольку до доения у коров низкого уровня адаптации в системе морфометрических и биофизических характеристик костей скелета эшелон «*костная ткань*» отсутствует, переходим к рассмотрению результатов этого уровня у животных после доения.

В эшелоне «*костная ткань*» после доения установлено присутствие трех ресурсодефицитных элементов, 27,3% от общего числа. Максимально дефицитным оказался показатель «скорость звука в пясти» (–3,390), минимально – «скорость звука в ребре» (–1,169) (табл. 3). Лимит дефицита составил 2,221.

В эшелоне «*костная ткань*» после доения присутствует восемь ресурсонуждающихся показателей – 72,7% (см. табл. 3).

Минимальный запас отмечен у показателя «длина пясти» (0,365), максимальный – «обхват пясти» (1,638). Лимит избытка ресурсов составил 1,273, что меньше в 1,74 раза лимита дефицита ресурсов.

Системообразующий индекс эшелона «*костная ткань*» до доения свидетельствует о средней устойчивости эшелона, его стабильности при ожидании перемен (0,917). Запасы ресурсов эшелона были положительны: $0,245 \pm 0,527$ усл. ед.

Распределение ресурсов эшелона отдалено от нормального, что подтверждают коэффициенты распределения: $A_s = -1,592$, $E_x = 1,684$ и отклонения: $K_{откл.} = 29,8\%$ (рис. 3).

Число негативных ресурсов (выше теоретической кривой) составило 40,0% при наличии разобшений. Ресурсное обеспечение структуры эшелона (окружающей среды) было положительным: $0,245 \pm 0,521$ усл. ед.

Пространственное распределение ресурсов эшелона значимо описывается значимым множественным уравнением:

$$Y(t) = 4,861 - 4,774 \cdot t^{**1} + 1,757 \cdot t^{**2} - 0,234 \cdot t^{**3} + 0,010 \cdot t^{**4} \quad (66,5\%, P < 0,05).$$

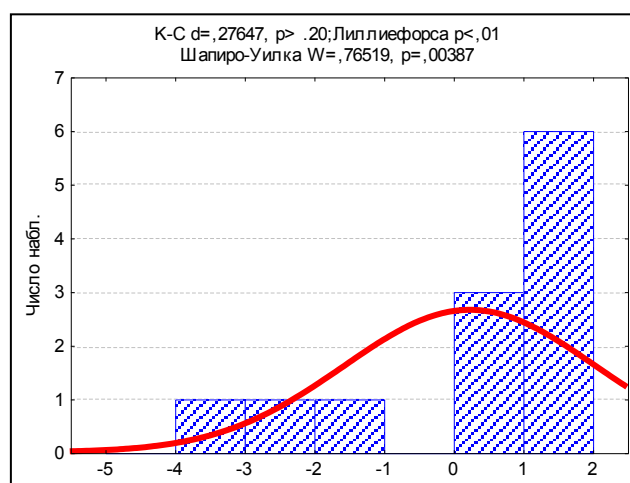


Рис. 3. Гистограмма и график распределения ресурсов в эшелоне «*костная ткань*» системы морфометрических и биофизических показателей коров низкого уровня адаптации до утренней дойки

В эшелоне «*костная ткань*» организуются две подсистемы, заключительные элементы которых обозначили следующие проблемы организма животных: тенденция роста ресурсов характеристики «скорость звука в пясти» → стремление к повышению ресурсов характеристики «скорость звука в позвонке» (табл. 5).

При создании наилучших моделей в виду слабости ресурсов было удалено 22,2% элементов. Показатели «толщина пясти» и «скорость звука в ребре» в виду некачественности ресурсов не были включены в состав подсистем эшелона.

Ресурсы подсистем эшелона были слабоположительными: $0,006 \pm 0,298$ усл.ед., а индекс ресурсов – положительным и > 1 (40,8), что свидетельствует о значительных негативных аспектах состояния структуры подсистем в сравнении с окружающей средой.

Таблица 3

Ресурсообладающие и ресурсодефицитные элементы в системе морфометрических и биофизических показателей костей скелета коров низкого уровня адаптации до и после доения

№ п/п	Элементы системы	Эшелоны					
		костная ткань		кости		система костей	
		до	после	до	после	до	после
1	Ширина пясти	-	1,453 ⁹	2,095 ¹⁰	-	1,601 ⁴	-
2	Толщина пясти	-	1,125 ⁷	2,011 ⁹	-	1,185 ²	-
3	Длина пясти	-	0,365 ⁴	-0,285 ⁴	-0,079 ²	-	-
4	Обхват пясти	-	1,638 ¹¹	1,290 ⁶	-	1,188 ³	-
5	Ширина позвонка	-	1,532 ¹⁰	1,510 ⁷	-	-	-
6	Толщина позвонка	-	1,315 ⁸	2,141 ¹¹	0,318 ⁴	-	-
7	Длина позвонка	-	0,479 ⁵	-0,169 ⁵	-	-	-
8	Обхват позвонка	-	0,680 ⁶	1,595 ⁸	-	-	-
9	Скорость звука в пясти	-	-3,990 ¹	-1,374 ²	-0,205 ¹	-0,923 ¹	-
10	Скорость звука в ребре	-	-1,169 ³	-2,974 ¹	-	-	-
11	Скорость звука в позвонке	-	-2,362 ²	-1,000 ³	0,203 ³	-	-
Устойчивость		-	0,917	0,519	0,545	0,232	-
Ресурсы		-	0,245 ± 0,521	0,449 ± 0,471	0,059 ± 0,121	0,763 ± 0,570	-

Таблица 4

Модели заключительных элементов подсистем в системе морфометрических и биофизических показателей коров низкого уровня адаптации до доения

Номер под-системы	Вид уравнения	Адекватность модели		Ресурсы
		F _{факт.}	F _{наилучш.}	
Кости				
1	$Y_1 = 2,39 + 0,561 \cdot X_2 - 0,022 \cdot X_8 - 0,001 \cdot X_{10} + 0,035 \cdot X_6$	28,3*	44,1*	0,750
2	$Y_9 = 3602,6 - 134,7 \cdot X_4 + 362,4 \cdot X_5$	2,92	2,92	-0,333
Система костей				
3	$Y_4 = 11,1 - 0,002 \cdot X_9 + 5,51 \cdot X_1$	12,1*	12,1*	-0,333

Примечание. Здесь и далее: выделен удаляемый элемент в наилучшей модели. * P < 0,05.

Таблица 5

Модели заключительных элементов подсистем в системе морфометрических и биофизических показателей коров низкого уровня адаптации после доения

Номер под-системы	Вид уравнения	Адекватность модели		Ресурсы
		F _{факт.}	F _{наилучш.}	
Костная ткань				
1	$Y_9 = 5743,0 + 47,2 \cdot X_6 - 426,8 \cdot X_1 - 209,8 \cdot X_5 - 13,4 \cdot X_4$	3,29	5,15	0,600
2	$Y_{11} = 4476,4 - 21,7 \cdot X_3 - 45,7 \cdot X_7 - 122,3 \cdot X_8$	4,34	6,42*	-0,250
Кости				
3	$Y_6 = 5,41 - 0,001 \cdot X_9 + 0,0006 \cdot X_{11}$	0,37	-	-0,333

При рассмотрении эшелона «кости» до доения животных ресурсодефицитных элементов оказалось пять, или 45,4% общего числа. Максимально дефицитным был показатель «скорость звука в ребре» (-2,974), минимально – «длина позвонка» (-0,169). Лимит дефицита составил 2,805. Ресурсоизбыточных элементов оказалось шесть, 55,6% от общего числа. Минимально избыточным был показатель «обхват пясти» (1,290),

максимально – «толщина позвонка» (2,141). Лимит избытка был 1,66. Устойчивость эшелона была слабой – 0,519 усл.ед.

Ресурсы структуры эшелона достаточно хорошо описываются кривой нормального распределения, что подтверждается гистограммой и коэффициентами отклонения ($A_s = -0,841$, $E_x = -0,058$, $K_{откл} = 0,54$) (рис. 4).

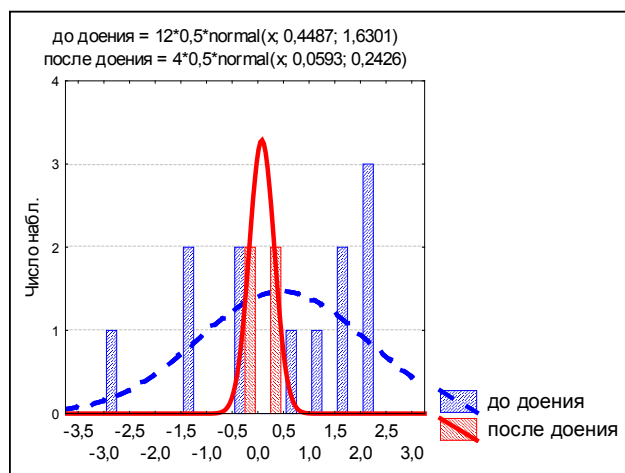


Рис. 4. Гистограммы и графики распределения ресурсов в эшелоне «кости» системы морфометрических и биофизических показателей коров низкого уровня адаптации до и после утренней дойки

Число негативных ресурсов (выше теоретической кривой) составило 71,4% при наличии разобщений. Ресурсное обеспечение структуры эшелона (окружающей среды) было положительным: $0,449 \pm 0,471$ усл. ед.

Пространственное распределение ресурсов эшелона значимо описывается значимым отрицательным линейным уравнением:

$$Y(t) = 2,229 - 0,274 \cdot t \quad (56,1 \%, P < 0,05).$$

В эшелоне «кости» после доения организуются две подсистемы, заключительные элементы которых обозначили следующие проблемы организма животных: существенный рост ресурсов характеристики «ширина пясти» → тенденция к повышению содержания ресурсов для показателя «скорость звука в пясти» (см. табл. 5).

При создании наилучших моделей ввиду некачественности ресурсов был исключен один элемент, 12,5% общего числа.

Ввиду несовместимости ресурсов элементы «длина пясти», «длина позвонка» и «скорость звука в позвонке» не смогли организовать структуру и тем более подсистему.

Ресурсы подсистем эшелона «кости» до доения были положительны: 0,042 усл.ед., индекс ресурсов положительный и $>1,0$ (10,7), что свидетельствует о значительных негативных аспектах состояния структуры подсистем в сравнении с окружающей средой.

При рассмотрении эшелона «кости» после доения животных ресурсодефицитных эле-

ментов оказалось два, или 50,0% общего числа. Максимально дефицитным был показатель «скорость звука в пясти» (-0,205), минимально – «длина пясти» (-0,169). Лимит дефицита составил 0,036. Ресурсоизбыточных элементов оказалось два. Минимально избыточным был показатель «Скорость звука в позвонке» (0,203), максимально – «толщина позвонка» (0,318). Лимит избытка был 0,115, отсюда избыток ресурсов превышал в 3,19 раза их дефицит. Устойчивость эшелона была слабой – 0,545 усл.ед.

Ресурсы структуры эшелона достаточно хорошо описываются кривой нормального распределения, но только в отношении A_s , что подтверждается гистограммой и коэффициентами отклонения ($A_s = -0,037$, $E_x = -3,371$, $K_{откл} = 1,55$) (см. рис. 4).

Пространственное распределение ресурсов эшелона описывается незначимым положительным линейным уравнением: $Y(t) = 0,012 + 0,000 \cdot t \cdot 10$.

Число негативных ресурсов (выше теоретической кривой) составило 100,0% при наличии разобщений. Ресурсное обеспечение структуры эшелона (окружающей среды) было положительным: $0,059 \pm 0,121$ усл.ед.

В эшелоне «кости» после доения организуются управляющая подсистема, заключительный элемент которой обозначил ведущую проблему организма животных: стремление к росту ресурсов характеристики «толщина позвонка» (см. табл. 5). При создании наилучшей модели ввиду слабости ресурсов были исключены все независимые элементы, 66,7% общего числа. Ввиду несовместимости ресурсов элемент «длина пясти» не вошел в состав подсистемы. Ресурсы подсистемы эшелона «кости» после доения были дефицитны: -0,333 усл.ед., индекс ресурсов отрицательный и $< 1,0$ (-0,178), что свидетельствует о значительных негативных аспектах состояния структуры подсистемы в сравнении с окружающей средой.

При рассмотрении эшелона «система костей» до доения животных присутствовал только один ресурсодефицитный элемент, или 25,0% общего числа. Дефицитным оказался показатель «скорость звука в пясти» (-0,923). Ресурсоизбыточных элементов оказалось три. Минимально избыточным был показатель «толщина пясти» (1,185), максимально – «ширина пясти» (1,601). Лимит избытка был 0,416. Устойчивость эшелона была слабой – 0,232 усл. ед. Ресурсы структуры эшелона плохо описываются кривой нормального распре-

деления, в первую очередь, в отношении A_s , что подтверждается гистограммой и коэффициентами отклонения ($A_s = -1,819$, $E_x = -3,371$, $K_{откл} = 1,55$) (рис. 5). Пространственное распределение ресурсов эшелона описывается значимым отрицательным линейным уравнением:

$$Y(t) = 1,405 - 0,000 \cdot t^{**8} \quad (85,6\%, P < 0,01).$$

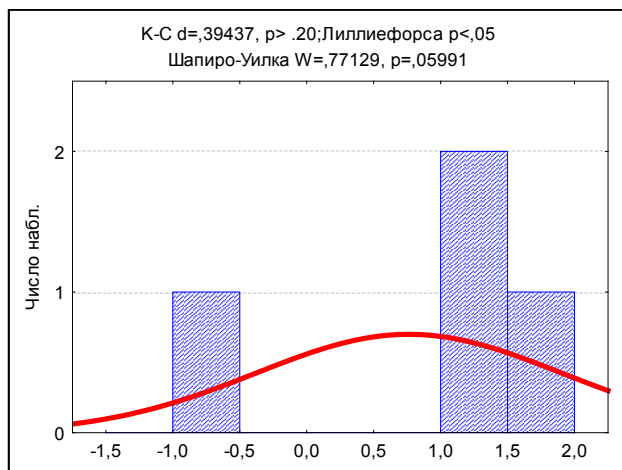


Рис. 5. Гистограмма и график распределения ресурсов в эшелоне «система костей» системы морфометрических и биофизических показателей коров низкого уровня адаптации до утренней дойки

Число негативных ресурсов (выше теоретической кривой) составило 100,0% при наличии разобщений. Ресурсное обеспечение структуры эшелона (окружающей среды) было положительным: $0,763 \pm 0,570$ усл. ед.

В эшелоне «кости» после доения организует управляющая подсистема, заключи-

тельный элемент которой обозначил ведущую проблему организма животных: существенный рост ресурсов характеристики «обхват пясти» (см. табл. 5). Ввиду несовместимости ресурсов элемент «толщина пясти» не вошел в состав подсистемы.

Ресурсы подсистемы эшелона «система костей» до доения были дефицитны: $-0,333$ усл. ед., индекс ресурсов отрицательный и $> 1,0$ ($-2,291$), что свидетельствует о значительных негативных аспектах состояния структуры подсистемы в сравнении с окружающей средой.

ВЫВОДЫ

1. Использование системного анализа позволяет в отличие от общепринятых подходов произвести не только всестороннюю оценку деятельности организма, но и выявить новые закономерности в функционировании той или иной системы, позволяющие лучше и глубже вникнуть в механизмы процесса деятельности костной системы молочных коров.
2. Доение коров с низким уровнем адаптации смещает организацию системы на более низкие структуры костей животных. При этом управляющей подсистемой вместо системы костей становятся кости. Ухудшение адаптационных возможностей организма коров вызывает потерю структурности, а значит ресурсных возможностей в системе костей скелета коров, что естественно ведет к росту нагрузки на отдельные кости, а впоследствии к развитию патологии этих костей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Самотаев А. А. Алгоритм анализа больших систем показателей объектов природного и неприродного характера // Информатика и системы управления. – 2008. – № 2 (16). – С. 41–43.
2. Славин М. Б. Методы системного анализа в медицинских исследованиях. – М.: Медицина, 1989. – 352 с.
3. Оранский И. Е. Природные и лечебные факторы и биологические ритмы. – М.: Медицина, 1988. – 284 с.
4. Степанова С. И. Биоритмологические аспекты проблемы адаптации. – М.: Наука, 1986. – 241 с.
5. Клюквина Е. Ю. Особенности суточных вариационных рядов в системе морфометрических, биофизических и биохимических показателей скелета коров периода производства молока // Изв. ОГАУ. – 2014. – № 2 (47). – С. 175–180.
6. Сорокин А. А. Ультраниантные составляющие при изучении суточного ритма. – Фрунзе, 1981. – 262 с.
7. Самотаев А. А. Ультразвуковая остеометрия у коров: метод. рекомендации. – Оренбург: ИАГУ, 1994. – 62 с.
8. Автандилов Г. Г. Медицинская морфометрия: руководство. – М.: Медицина, 1990. – 384 с.
9. Макаров В. Л. Социальный кластеризм. Российский вызов. – М.: Бизнес-Атлас, 2010. – 272 с.
10. Самотаев А. А., Клюквина Е. Ю. Теоретические и методологические основы построения и анализа больших систем биологических объектов // Изв. ОГАУ. – 2010. – № 2 (26). – С. 196–199.

11. Исмурагов С.Б., Самотаев А.А., Дорошенко Ю.А. Методология инструментального построения и анализа функционирования саморазвивающихся социально-экономических систем. – Костонай: КИИЭУ, 2014. – 400 с.
1. Samotaev A.A. *Algoritm analiza bol'shikh sistem pokazateley ob'ektov prirodnogo i neprirodnogo kharaktera* [Informatika i sistemy upravleniya], no. 2 (16) (2008): 41–43.
2. Slavin M. B. *Metody sistemnogo analiza v meditsinskikh issledovaniyakh*. Moscow: Meditsina, 1989. 352 p.
3. Oranskiy I. E. *Prirodnye i lechebnye faktory i biologicheskie ritmy*. Moscow: Meditsina, 1988. 284 p.
4. Stepanova S. I. *Bioritmologicheskie aspekty problemy adaptatsii*. Moscow: Nauka, 1986. 241 p.
5. Klyukvina E. Yu. *Osobennosti sutochnykh variatsionnykh ryadov v sisteme morfometricheskikh, biofizicheskikh i biokhimicheskikh pokazateley skeleta korov perioda proizvodstva moloka* [Izv. OGAU], no. 2 (47) (2014): 175–180.
6. Sorokin A. A. *Ul'tradiannye sostavlyayushchie pri izuchenii sutochnogo ritma*. Frunze, 1981. 262 p.
7. Samotaev A. A. *Ul'trazvukovaya osteometriya u korov* [Metod. rekomendatsii]. Orenburg: IAGU, 1994. 62 p.
8. Avtandilov G. G. *Meditsinskaya morfometriya*. Moscow: Meditsina, 1990. 384 p.
9. Makarov V. L. *Sotsial'nyy klasterizm. Rossiyskiy vyzov*. Moscow: Biznes-Atlas, 2010. 272 p.
10. Samotaev A. A., Klyukvina E. Yu. *Teoreticheskie i metodologicheskie osnovy postroeniya i analiza bol'shikh sistem biologicheskikh ob'ektov* [Izv. OGAU], no. 2 (26) (2010): 196–199.
11. Ismuratov S. B., Samotaev A. A., Doroshenko Yu. A. *Metodologiya instrumental'nogo postroeniya i analiza funktsionirovaniya samorazvivayushchikhsya sotsial'no-ekonomicheskikh sistem*. Kostonay: KInEu. 2014. 400 p.

ESTIMATION OF COW BONES BEFORE MILKING AND AFTER IN CONCERN OF LOW ADAPTATION

Klyukvina E. Yu., Samotaev A. A.

Key words: bones, system approach, daily rhythm, heavy lactating cows

Abstract. The authors estimate resource abilities of the cow bones in the pregnancy period, lactation period of "low lactation" before morning milking and after. They used ultrasound osteometry, morphometric measurements and blood testing. The researchers applied ultrasound osteometry in the fifth tail vertebra, mid-ribs and metacarpal. Morphometric measurements relate to the length, width, thickness of vertebra and length, width, thickness and metacarpus circle. The authors defined total calcium concentration, total magnum, inorganic phosphorus and alkaline phosphatase in blood plasma. The experiment was carried out 12 times a day in 2 hours during 3–6 days and 6 months. The researchers applied cluster analysis and divided animals into 3 groups: animals with high adaptation, mid adaptation and low adaptation. The paper explores cows with "low adaptation" and applies system analysis. This contributed to investigating the ideal system where 11 morphometric and biophysical parameters are formed into self-developing system, which contains 3 subsystems as two-tiered pyramid before milking and after. The authors make a hypothesis about pyramid tiers, which reflect the main problems in the cow bones: bone tissue → bones → bones system. The article is concerned with animals with "low adaptation" in the system of "morphometric and biophysical parameters" where the tier bones → bones system is observed before milking and tier bone tissue → bones is observed after milking. The research declares that milking influences system displacement and leads to lower bone structures; "bones" become subsystem principal instead of "bones system". The authors make conclusion about relation between cow adaptive abilities and losses in structural properties of cow bones, burden on some bones and as a result bone pathology.